

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11150297  
PUBLICATION DATE : 02-06-99

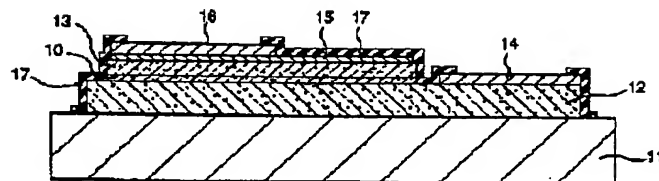
APPLICATION DATE : 14-11-97  
APPLICATION NUMBER : 09330967

APPLICANT : NICHIA CHEM IND LTD;

INVENTOR : TAKAOKA YOSHIKAZU;

INT.CL. : H01L 33/00 H01L 29/43 H01S 3/18

TITLE : NITRIDE SEMICONDUCTOR  
LIGHT-EMITTING ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor light-emitting element which has high luminous efficiency.

SOLUTION: A nitride semiconductor light-emitting element is provided with a p-type gallium nitride semiconductor layer 13, formed on a translucent substrate 11 with one or two or more gallium nitride semiconductor layers 12,... containing a light-emitting layer inbetween, a first positive electrode 15 which is in ohmic contact with the layer 13, and a second positive electrode 16, the layer formed in contact with the first positive electrode 15 is formed by using Au or Pt as a main component, so that this enables the light-emitting layer immediately below the electrode 16 to emit light.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-150297

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

29/43

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 29/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-330967

(22) 出願日

平成9年(1997)11月14日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 豊田 達憲

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 高岡 美和

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

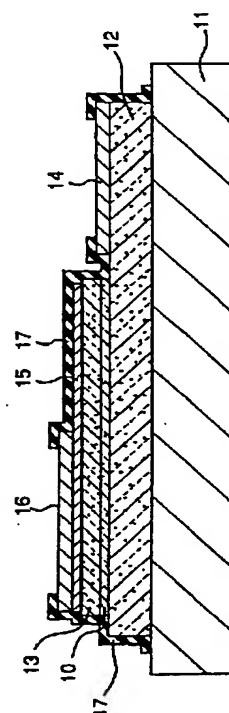
(74) 代理人 弁理士 豊栖 康弘 (外1名)

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率の高い窒化物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 透光性を有する基板上に発光層を含む1又は2以上の窒化ガリウム系半導体層を介して形成されたp型窒化ガリウム系半導体層と、該p型窒化ガリウム系半導体層とオーミック接触する第1正電極と、第1正電極上の一部に形成された第2正電極とを備えた窒化物半導体発光素子であって、第2正電極において、第1正電極に接するように形成された層をAu又はPtを主成分として形成することにより、第2正電極の直下の発光層の発光を可能にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性を有する基板上に発光層を含む1又は2以上の窒化ガリウム系半導体層を介して形成されたp型窒化ガリウム系半導体層と、該p型窒化ガリウム系半導体層とオーミック接触する第1正電極と、上記第1正電極上の一部に形成された第2正電極とを備えた窒化物半導体発光素子であって、上記第2正電極において、上記第1正電極に接するように形成された層をAu又はPtを主成分として形成することにより、上記第2正電極の直下の発光層の発光を可能にしたことを特徴とする窒化物半導体発光素子。

【請求項2】 上記第2正電極が、250℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理されている請求項1記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項3】 上記第1正電極は、Ni、Cr、V、Co、Pd及びAgからなる群から選ばれた少なくとも1種の金属を主成分として上記p型窒化ガリウム系半導体層と接して形成された第1層と、Au、Pt及びIrからなる群から選ばれた少なくとも1つの元素を主成分として形成された第2層とを含む積層体が熱処理されている請求項1又は2記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項4】 上記第1層は、Ni又はCoを主成分とし、上記第2層は、Au又はPtを主成分として形成された請求項3記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項5】 上記第1正電極が、400℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理されている請求項3又は4記載の窒化物半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、p型窒化物半導体層に正電極を備え、発光した光を基板を介して出力する窒化物半導体発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、窒化物半導体を用いた発光素子が、青色系の発光が可能な発光素子として注目されている。この窒化物半導体を用いた従来の発光素子には、p型窒化ガリウム系半導体層上に形成された透光性を有する正電極を介して発光した光を出力するいわゆる半導体側発光タイプと、透光性を有するサファイヤ基板を介して発光した光を出力する基板側発光タイプに大別され、用途に応じて使い分けられている。この従来の基板側発光タイプの窒化物半導体発光素子において、n側の負電極は、n型窒化ガリウム系半導体層の上面の一部を露出させて、露出された上面に形成され、p側の正電極は、p型窒化ガリウム系半導体層のほぼ全面に形成される。尚、p側の正電極は、p型窒化ガリウム系半導体層のほぼ全面に形成された第1正電極と、その第1正電極上の一部に形成された外部回路との接続用の第2正電極からなる。

【0003】さらに、従来の窒化物半導体発光素子で

は、通常、半導体層及び電極層を保護するために、第2正電極上及び負電極上の外部回路との接続部分とを除いてポリイミド系樹脂膜を形成した後、例えば300℃の温度で硬化させて保護膜を形成する。以上のように構成された従来の窒化物半導体発光素子は、第2正電極と負電極の外部回路との接続部分をそれぞれ、配線基板に対向させて例えばフィリップボンディングにより接続し、発光した光を透光性の基板を介して出力される。ここで、フィリップボンディングする場合、リフロー炉において例えば250～300℃程度の温度がかけられることになる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の基板側発光の窒化物半導体発光素子は、上述の第2正電極が形成された後の保護膜形成工程又はフィリップボンディング工程等で、例えば250℃以上の温度がかかると、上記第2正電極直下の発光層における発光が、他の部分に比較して極めて弱くなるという問題点があった。このために、基板側発光タイプの窒化物半導体発光素子では、発光効率をある一定以上高くすることができなかった。

【0005】そこで、本発明は、上記問題点を解決して、発光効率の高い窒化物半導体発光素子を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の従来の問題点を解決するために、第2正電極直下の発光層における発光を十分確保できる構造を鋭意検討した結果、第2正電極に特定の金属を用いることにより、第2正電極直下の発光層における発光を確保できることを見いだし完成させたものである。すなわち、本発明の窒化物半導体発光素子は、透光性を有する基板上に発光層を含む1又は2以上の窒化ガリウム系半導体層を介して形成されたp型窒化ガリウム系半導体層と、該p型窒化ガリウム系半導体層とオーミック接触する第1正電極と、上記第1正電極上の一部に形成された第2正電極とを備えた窒化物半導体発光素子であって、上記第2正電極において、上記第1正電極に接するように形成された層をAu又はPtを主成分として形成することにより、上記第2正電極の直下の発光層の発光を可能にしたことを特徴とする。

【0007】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記第2正電極の直下の発光層における発光を十分確保するために、上記第2正電極が、250℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理されていることが好ましい。

【0008】また、本発明に係る窒化物半導体発光素子では、上記第1正電極として、Ni、Cr、V、Co、Pd及びAgからなる群から選ばれた少なくとも1種の金属を主成分として上記p型窒化ガリウム系半導体層と

接して形成された第1層と、Au、Pt及びIrからなる群から選ばれた少なくとも1つの元素を主成分として形成された第2層とを含む積層体が熱処理されてなることが好ましい。これによって、上記p型窒化ガリウム系半導体層と第1正電極との間で良好なオーミック接触が得られる。

【0009】また、上記窒化物半導体発光素子において、上記第1層は、Ni又はCoを主成分とし、上記第2層は、Au又はPtを主成分として形成されることが好ましい。

【0010】さらに、上記窒化物半導体発光素子において、上記第1正電極が、400℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理されていることが好ましく、これによって、さらに良好なオーミック接触が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る実施の形態について説明する。本発明に係る実施形態の窒化物半導体発光素子は、透光性を有する基板11を介して発光した光を出力するいわゆる基板側発光タイプの発光素子であって、図1に示すように、例えばサファイヤからなる基板11上に、例えば、SiがドーパされたAlInGaNからなるn型窒化ガリウム系半導体層12、例えば、InGaNからなる発光層10及び例えば、MgがドーパされたAlInGaNからなるp型窒化ガリウム系半導体層13が順に積層された半導体層構造を有し、正負の電極が以下のように形成されて構成される。すなわち、1つの側面（第1側面）から所定の幅にp型窒化ガリウム系半導体層及び発光層が除去されて露出されたn型窒化ガリウム系半導体層12の上面にn側の負電極14が形成され、p型窒化ガリウム系半導体層13の上面のほぼ全面にp側の第1正電極15が形成される。そして、第1正電極15上の負電極14から離れた位置に第2正電極16が形成され、負電極14上及び第2正電極16上の開口部を除き、各電極及び各半導体層を覆うように絶縁膜17が形成される。

【0012】ここで、本実施形態の窒化物半導体発光素子は、第2正電極16を、Au又はPtのいずれかを主成分として形成したことを特徴とし、上記第2正電極16の直下の発光層10における十分な発光を確保している。尚、本実施形態では、第2正電極16の直下の発光層10において良好な発光を確保するために、第2正電極16を所定の温度で熱処理することが好ましい。尚、第2正電極16の熱処理は、第2正電極16の直下の発光層10においてさらに良好な発光を確保するために、250℃以上750℃以下の所定の温度で行われることが好ましい。また、以上の実施形態では、第2正電極16を、Au又はPtのいずれかを主成分として形成したが、本発明はこれに限らず、第2正電極16のうちの少なくとも第1正電極と接する部分を、Au又はPtのいずれかを主成分として形成すればよい。以上のように構

成しても、上記第2正電極16の直下の発光層10における十分な発光を確保できる。尚、本発明の電極構成は窒化物半導体発光素子に限らず、窒化物半導体受光素子に適用することもできる。この場合、例えば本実施形態の活性層10に代えて光吸収層を形成する。このようにして本発明の電極構成を受光素子に適用し、基板側から光を入射すると、第2正電極16の直下の光吸収層においても、光を十分吸収させることができ、光電変換効率の高い受光素子を構成できる。

【0013】

【実施例】以下、本発明に係る実施例の窒化物半導体発光素子について説明する。本実施例の窒化物半導体発光素子は、サファイヤからなる基板11上に、それぞれMOCVD法を用いて、n型窒化ガリウム系半導体層12、発光層10及びp型窒化ガリウム系半導体層13を成長させる。そして、n型窒化ガリウム系半導体層12、発光層10及びp型窒化ガリウム系半導体層13の外周部分を塩素系のガスを用いてRIE（反応性イオンエッチング）法で除去し、続いて、n側の負電極14を形成するために、p型窒化ガリウム系半導体層と発光層とを1つの側面から所定の幅に除去してn型窒化ガリウム系半導体層13の上面を露出させる。そして、所定の位置に負電極14、第1正電極15及び第2正電極16を形成した後、負電極14及び第2正電極16上の外部回路との接続部分を除いて、保護膜17を形成する。

【0014】本実施例の第1正電極15と第2正電極16とについてさらに詳細に説明すると、非透光性の第1正電極15は、Niを主成分とするNi層をp型窒化ガリウム系半導体層13に接するように例えば100Åの厚さに形成した後、Ni層上にAuを主成分とするAu層を例えば500Åの厚さに形成する。以上のように形成したNi層とAu層との積層体を、400℃～700℃の範囲の所定の温度で熱処理することにより、積層構造を逆転させ、p型窒化ガリウム系半導体層13に接する側に主としてAuを分布させ、p型窒化ガリウム系半導体層13から離れた側に主としてNiを分布させる。また、第2正電極16は、第1正電極15上にスパッタリング装置等を用いて、Auを7000Åの厚さに堆積させることにより形成する。その後、乾燥機を用いて、300℃の温度で45分間熱処理を行い、実施例の窒化物半導体発光素子を作成した。

【0015】以上のように作成した実施例の窒化物半導体発光素子を、図2に示すように、フィリップチップボンディングして、基板11側から発光状態を確認した。尚、この試料において、配線基板21上には発光素子の正負の電極に電圧を印加するための電極23a、23bが形成され、該電極23a、23bと第2正電極16及び負電極14との接続はそれぞれ、導電性樹脂22a、22bを用いて行った。

【0016】以上のように構成された図2の試料に、発

光素子の順方向電流が20mAになるように電圧を印加して、発光層10における発光強度分布を基板11側から測定した。その結果を図4に示す。ここで、図4には、図3に示すA-A'線における位置に対する発光強度を示して、発光強度はc点における発光強度を1としたときの相対値で示している。尚、本試料において、a-b間は、第2正電極16の直下である。また、a点を0としたとき、b点は100 $\mu$ mであり、c点は175 $\mu$ mである。尚、図4において比較例として示したものは、第2正電極16として第1正電極に接する側にNi層を200Åの厚さに形成した後、Auを7000Åの厚さに形成した以外は、本実施例と同様に構成したものである。

【0017】図4に示した発光強度分布から明らかなように、本実施例の窒化物半導体発光素子では、第2正電極16の直下の発光層における発光が比較例に比べて大きくできることがわかる。すなわち、比較例の窒化物半導体発光素子では、300℃の熱ストレスによって、第1正電極に均一な電流が流れずに第2正電極が形成され

ていない第1正電極部分に集中する。その結果、第2正電極直下の発光層には電流が注入されないので、第2正電極直下の発光層における発光強度は非常に弱いものとなる。これに対して、本実施例の窒化物半導体発光素子では、熱ストレスがかかっても、第1正電極に流れる電流は、第2正電極直下においても、ほぼ均一に流すことができ、第2正電極直下の発光層の発光強度をある一定以上に保持することができる。尚、本実施例の窒化物半導体発光素子において、c部よりa部の発光強度が低くなっているのは、c部よりa部の方が負電極14から離れているので、n型窒化ガリウム系半導体層12の抵抗分により注入される電流が低くなるためと考えられる。

【0018】次に、第1正電極15及び第2正電極16（第1の電極層1及び第2の電極層2）として種々の金属を組み合わせて同様の検討を行った結果を表1に示し説明する。

【0019】

【表1】

| 第2正電極16 | 第1正電極15 |       |       |
|---------|---------|-------|-------|
|         | Ni/Pt   | Ni/Au | Co/Au |
| Au      | ○       | ○     | ○     |
| W/Au    | ×       | ×     | ×     |
| Mo/Au   | ×       | ×     | ×     |
| Cr/Au   | ×       | ×     | ×     |
| Ti/Au   | ×       | ×     | ×     |
| Ni/Au   | ×       | ×     | ×     |
| Pt      | ○       | ○     | ○     |
| W/Pt    | ×       | ×     | ×     |
| Mo/Pt   | ×       | ×     | ×     |
| Cr/Pt   | ×       | ×     | ×     |
| Ti/Pt   | ×       | ×     | ×     |
| Ni/Pt   | ×       | ×     | ×     |

【0020】表1中で、○を付したものは、第2正電極の直下の発光層において、良好な発光が確認されたものを示し、×は、発光強度が弱いことを示す。また、表1の第2正電極16の欄において、(／)の左側に記載した元素は、第1の電極層1として形成したものを示し、(／)の右側に記載した元素は、第2の電極層2として形成したものを示す。また、第1正電極15の欄において、(／)の左側に記載した元素は、p型窒化ガリウム系半導体層に接するように形成された元素を示す。尚、本検討において、第1の電極層1は、200Åの厚さに形成し、第2電極層2は7000Åの厚さに形成して、300℃で熱処理をした。また、熱処理温度は、250℃から750℃の範囲であれば、良好な結果が得られる

ことを確認した。

【0021】以上詳細に説明したように、本実施形態の窒化物半導体発光素子では、第2正電極16を、Au又はPtを主成分として形成した後、所定の温度で熱処理している。これによって、第2正電極16直下の発光層10に電流を注入することができ、第2正電極16直下の発光層10においても十分発光させることができる。ここで、第1正電極15は、Ni/Pt、Co/Pt、Ni/Au及びCo/Auのいずれでも同様の効果をする。

【0022】尚、本発明では、第1正電極15の第1層は、上記Ni、Coに限らず、例えば、Cr、V、Ag又はPdでも良く、第1正電極の第2層は、Pt、Au

に限らず、例えば、例えば、Irでもよい。以上例示した上記各金属を用いることにより、p型窒化ガリウム系半導体層13とオーミック接触が可能な第1正電極を形成できる。すなわち、本発明は、第1正電極の金属は特に限定されるものではなく、第1正電極は、p型窒化ガリウム系半導体層13とオーミック接触するものであれば適用できる。尚、第1正電極15は、400℃以上750℃以下の所定の温度で熱処理することが好ましく、これによって、より効果的なオーミック接触を確保できる。

【0023】以上の実施形態及び実施例では、n型窒化ガリウム系半導体層12、活性層10及びp型窒化ガリウム系半導体層13を備えた窒化物半導体層素子について示したが、本発明はこれに限らず、バッファ層等のその他の半導体層を備えていてもよいことはいうまでもない。他の半導体層を備えていても本発明を適用することができ、実施形態と同様の作用効果を有する。

【0024】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る窒化物半導体素子は、上記第2正電極において、上記第1正電極に接するように形成された層をAu又はPtを主成分として形成することにより、上記第2正電極の

直下の発光層の発光が可能となる。従って、本発明によれば、極めて発光効率のよい窒化物半導体発光素子が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施形態の窒化物半導体発光素子の模式断面図である。

【図2】 実施例の窒化物半導体発光素子を配線基板にフィリップチップボンディングしたときの断面図である。

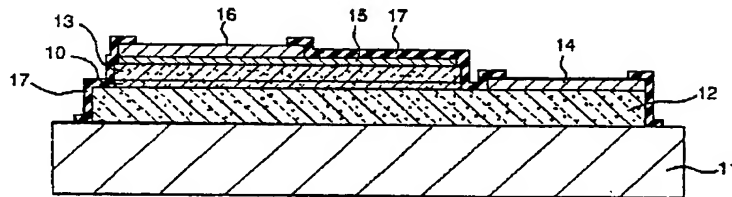
【図3】 発光状態を確認するための測定位置を示すための実施例の窒化物半導体発光素子の平面図である。

【図4】 実施例の窒化物半導体発光素子の発光状態を示すグラフである。

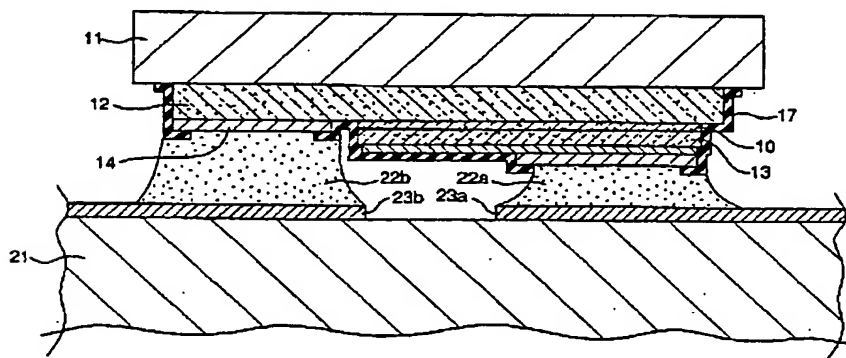
【符号の説明】

- 10…活性層、
- 11…基板、
- 12…n型窒化ガリウム系半導体層、
- 13…p型窒化ガリウム系半導体層、
- 14…負電極、
- 15…第1正電極、
- 16…第2正電極、
- 17…絶縁膜。

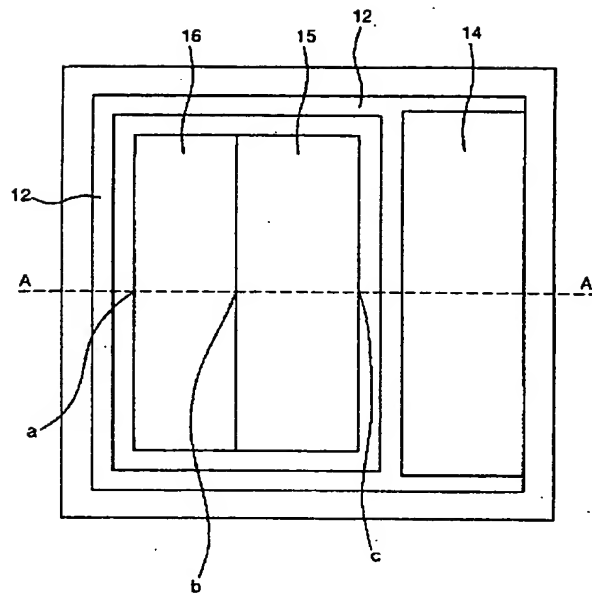
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

